

КОМПЬЮТЕРНО-ТОМОГРАФИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПЕРЕЛОМОВ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

ГУ «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии»

В статье приведены особенности компьютерно-томографической диагностики переломов вертлужной впадины. Предложен стандарт компьютерного обследования пациентов с данными повреждениями, схема соотношения трехмерной КТ реконструкции с аксиальными сканами на разных уровнях тазового сегмента. С целью диагностики основных типов переломов, согласно классификации Letournel, разработан способ компьютерно-томографической диагностики переломов вертлужной впадины. Выделены основные критерии удовлетворительного положения отломков после проведенной операции остеосинтеза. Оперативное лечение позволило достичь анатомичной репозиции в 80 (66,1%) случаях, удовлетворительной в 32 (26,5%) случаях, неудовлетворительной в 9 (7,4%).

Ключевые слова: перелом вертлужной впадины, компьютерная томография, внутренний остеосинтез

A. E. Murzich

COMPUTER-TOMOGRAPHIC DIAGNOSIS OF ACETABULAR FRACTURES

The article presents the characteristics of computer-tomographic diagnosis of acetabular fractures. We propose a standard for computer evaluation of patients with these lesions, the ratio of three-dimensional CT reconstruction with axial scans at different levels of the pelvic segment. For the purpose of diagnostics of the main types of fractures, according to the classification Letournel, developed a method of computer-tomographic diagnosis of acetabular fractures. Identified the main criteria for a satisfactory position of bone fragments after internal osteosynthesis. Surgical treatment allowed to achieve anatomic repositioning in 80 (66,1%) cases, satisfactory in 32 (26,5%) cases and unsatisfactory in 9 (7,4%).

Key words: acetabulum fracture, computed tomography, internal osteosynthesis.

Цель исследования: Разработка способа компьютерно-томографической диагностики переломов вертлужной впадины с целью оптимальной визуализации отделов поврежденного сустава и определения качества прове-

денной репозиции.

Переломы вертлужной впадины являются тяжелым повреждением тазобедренного сустава. Клиническая диагностика этих переломов затруднена, поэтому решающую роль

играет рентгенологическое обследование и компьютерная томография (КТ) [2, 3, 4, 12]. В литературе описаны три основные рентгенологические проекции, предложенные Judet и Letournel в 1964 г., согласно которым, определяется тип повреждений, расположение костных отломков и степень их смещения: переднезадняя, косая запирающая и косая подвздошная [6]. По мнению Zinghi (2004), эти проекции позволяют установить точный диагноз в 90-95 % случаев переломов вертлужной впадины только при значительных смещениях отломков и достаточном опыте специалистов [5]. По данным Rieger (2006), диагностические рентгенограммы не выявляют до 57% всех переломов вертлужной впадины, имеющих при сложных типах переломов, которые визуализируются с помощью КТ [13]. Поэтому, окончательный диагноз устанавливается лишь после детального изучения данных КТ и сопоставлении их с данными рентгенографии. Современным достижением является трехмерная КТ, позволяющая получить пространственное изображение тазовой кости, смещенных костных фрагментов и правильно определить показания к консервативному или оперативному методам лечения. Электронная деартикуляция головки бедра на трехмерном изображении позволяет получить вид суставной поверхности вертлужной впадины изнутри сустава [9, 11, 14].

При анализе литературных данных, посвященных применению КТ в диагностике переломов вертлужной впадины, недостаточное внимание уделяется методикам изучения данных КТ с целью адекватной диагностики её повреждений, не выявлено четкого описания параметров оценки первичного и остаточного смещения отломков, корректности положения имплантатов в послеоперационном периоде [1, 10, 11, 16]. Так, по данным Eberl (2003), у 8,4 % пациентов после выполнения контрольного КТ исследования определяются показания к повторной операции [15].

Для правильной интерпретации данных КТ вертлужной впадины предложена схема изображения аксиального КТ скана, проведенного через середину головки бедра (рисунок 1).

На данной схеме линия $a-a^1$, проведенная через центры головок бедер и ямки вертлужных впадин с обеих сторон, устанавливает границу передней и задней колонны (АС и РС). Границы передней и задней стенки вертлужной впадины на аксиальных сканах определяются воображаемой линией, соединяющей передний и задний края суставной (полулунной) поверхности вертлужной впадины. Таким образом, часть впадины, располагающаяся снаружи от линии $b - b^1$, образует её стенки (переднюю АW и заднюю PW), а часть впадины, располагающаяся внутри от линии $b - b^1$, образует её колонны (переднюю АС и заднюю РС).

Экспериментальные исследования Keith выявили, что глубина задней стенки вертлужной впадины на аксиальных сканах имеет наибольшее значение на уровне ямки головки бедра в месте крепления одноименной связки и составляет в среднем 40 мм [7]. Результаты опытов показали, что при дефекте задней стенки на этом уровне менее 20 % от аналогичного показателя на здоровой стороне, головка бедра стабильна: сгибание бедра до 90° и приведение до 20° не приводили к возникновению подвывиха бедра. При дефектах величиной более 40 % определялась нестабильность тазобедренного сустава, головка смещалась на подвывих. Дефекты задней стенки величиной от 20 до 40 % относи-

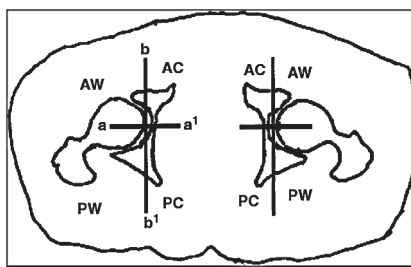


Рисунок 1 – Схематическое изображение срединного аксиального КТ скана [1]

лись к пограничным состояниям. В настоящее время показатели величины повреждения задней стенки используются при определении показаний к оперативному лечению [10] (рисунок 2).

Материал и методы

За период с 2000 по 2010 гг. на базе РНПЦТО и других клиник Республики Беларусь нами была выполнена 121 операция внутреннего остеосинтеза переломов вертлужной впадины. Согласно используемой нами классификации Letournel [6], получено следующее распределение пациентов по типам переломов: перелом

задней стенки (тип А) – 28 (23,1%) пациентов, перелом задней колонны (тип В)-1 (0,8%), перелом передней стенки (тип С)-3 (2,5%), перелом передней колонны (тип D)-3 (2,5%), поперечный перелом (тип Е)-4 (3,3%), перелом задней стенки и задней колонны (тип F)-9 (7,4%), перелом задней стенки и поперечный перелом (тип G)-31 (25,6%), Т-образный перелом (тип H)-13 (10,7%), передний и задний полупоперечный перелом (тип I)-4 (3,3%), перелом обеих колонн (тип J)-25 (20,8%).

С целью диагностики типов переломов выполнялось рентгенографическое обследование и КТ. Для выполнения рентгенографии использовались рентгеновские аппараты «Bucky Diagnost TH» (Philips Medical System) и «Philips Digital Diagnost». Производились 3 проекции тазобедренного сустава: переднезадняя, косая запирающая и подвздошная проекции под углом 45 градусов. Интраоперационный контроль производился с помощью электронно-оптических преобразователей «Arcadis» (Siemens), «BV 25» и «BV 29» (Philips).

Компьютерная томография выполнялась на 16-ти срезовом спиральном рентгеновском компьютерном томографе Somatom Emotion 16, толщина среза 3 мм с последующей реконструкцией до 0,7-1 мм. Выбор оптимального среза осуществлялся с помощью программы мультипланарной реконструкции (MPR). При исследовании тазобедренного сустава строились следующие реконструкции: аксиальная, коронарная, сагитальная (рисунок 3).

Хирургической практикой подтверждено, что хорошие клинические и рентгенологические результаты лечения могут быть получены только лишь в результате полного анатомического восстановления нагрузочной зоны суставной поверхности, что в случаях смещенных переломов вертлужной впадины, возможно достичь лишь путем открытой репозиции. Нагрузочная зона вертлужной впадины на КТ определялась на аксиальных сканах, проходящих от вершины крыши вертлужной впадины дистально на расстояние 1 см. Наличие перелома в этом промежутке свидетельствовало о повреждении нагрузочной зоны вертлужной впадины (рисунок 4).

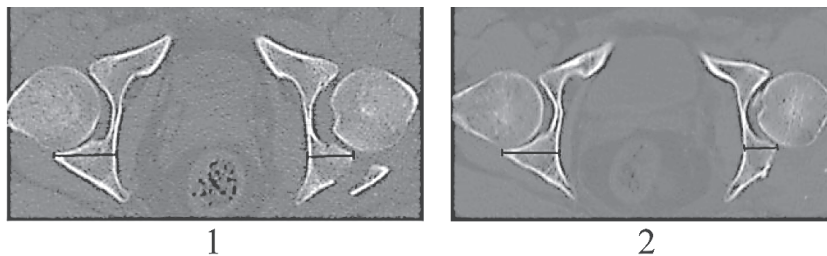
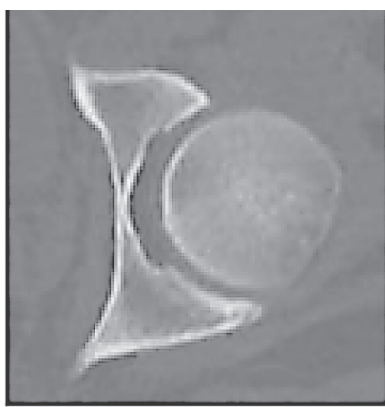


Рисунок 2 – Определение величины повреждения задней стенки вертлужной впадины по КТ

- 1 – р-гр пациента Ж., повреждение 30% задней стенки, показано консервативное лечение
- 2 – р-гр пациента Р., повреждение 46 % задней стенки, показано оперативное лечение



аксиальная



корональная



саггитальная

Рисунок 3 – КТ пациента Б., разновидности КТ реконструкций

Показаниями к выполнению остеосинтеза переломов задней стенки вертлужной впадины (тип А) были следующие: смещение фрагментов более 2-3 мм (во всех случаях), размер поврежденной задней стенки по данным КТ более 50 % (во всех случаях), интерпозиция осколков в полости сустава, нарушающая его конгруэнтность и стабильность (10 случаев), а также невправленные переломовывихи (7 случаев).

Послеоперационный контроль над качеством проведенной репозиции и фиксации переломов вертлужной впадины проводился с помощью рентгенологического (рентгенограммы в трех стандартных проекциях) и КТ исследования на 5-7 и 10-12 сутки после операции соответственно. При выполнении контрольных исследований оценивались следующие показатели: величина остаточных смещений отломков, корректность положения пластин и винтов, наличие инородных тел (костных осколков, винтов) в полости сустава.

Результаты и обсуждение

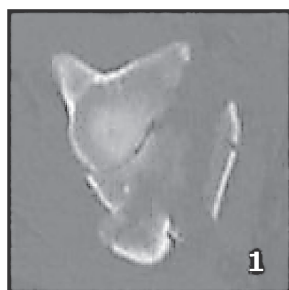
При изучении данных КТ пациентов на этапе предоперационного обследования выявлено, что в большинстве случаев результаты компьютерного исследования не достаточно информативны. Зачастую КТ представлена лишь аксиальными реконструкциями, а уровень и толщина сканирования не позволяют произвести адекватную оценку перелома.

Нами был определен стандарт КТ обследования пациентов при переломах вертлужной впадины с целью последующей стандартизированной оценки полученных данных:

1. Уровень сканирования: от верхнего края крыльев подвздошных костей до нижнего края седалищных бугров.
2. Толщина сканирования 3 мм.
3. Представлять изображения следующих реконструкций:



а



б



в

Рисунок 4 – КТ пациента К. Повреждение нагрузочной зоны вертлужной впадины
а-корональный скан с указанием уровня аксиальных сканов (1 и 2); б, в – аксиальные сканы, определяется перелом в нагрузочной зоне

-аксиальных, корональных, саггитальных, трехмерных.

4. Реконструкция по 1 мм, Kernel 50.

5. На трехмерных SSD, VRT – реконструкциях отражать:

-вид поврежденного сустава спереди, вид снизу, вид сзади, 3/4 сзади.

6. При «вырезанной» противоположной тазовой кости на трехмерных реконструкциях (при двухсторонних повреждениях с обеих сторон) представлять:

-вид медиальной стенки вертлужной впадины изнутри

-косой – вид сверху на медиальную стенку вертлужной впадины.

Правильная интерпретация полученного изображения при



1



2

Рисунок 5 – КТ пациента Ф. Ориентация основных переломов вертлужной впадины

1-аксиальный скан левой вертлужной впадины на уровне её крыши;

выполнении КТ тазобедренного сустава имеет решающее значение в постановке точного диагноза. На аксиальных компьютерных сканах поперечный перелом вертлужной впадины располагается в саггитальной плоскости, а перелом передней либо задней колонны – в горизонтальной плоскости. Переломы стенок впадины имеют косую направленность (рисунок 5).

На основании изучения предоперационной КТ тазобедренного сустава 76 больных с переломами вертлужной впадины, нами была предложена схема соотношения трехмерной КТ реконструкции с аксиальными сканами на разных уровнях тазового сегмента (рисунок 6). Она позволяет в полном объеме получить представление

о характере смещения отломков при различных типах переломов вертлужной впадины, более детально изучить целостность нагрузочной зоны, стенок, колонн, а также внесуставных структур тазовой кости.

Получаемое изображение при изучении аксиальных сканов в каудальном направлении (сверху вниз) характеризуется следующими анатомическими образованиями. На уровне выше суставной поверхности вертлужной впадины отобража-

ются отделе крестцово-подвздошного сочленения, крыла и тела подвздошной кости. Дистальнее визуализируется суставная щель, головка бедра, основные структуры вертлужной впадины (стенки, колонны), седалищная кость.

С целью диагностики основных типов переломов вертлужной впадины, согласно используемой классификации Letournel, нами был разработан способ компьютерно-томографической диагностики переломов вертлужной впадины.

1. Исследование должно проводиться в соответствии со стандартом КТ обследования пациентов.

2. Данный способ диагностики используется в соответствии с предложенной схемой соотношения трехмерной КТ реконструкции с аксиальными сканами на разных уровнях тазового сегмента.

3. Изучение тазовой кости необходимо начинать от уровня крестцово-подвздошного сочленения, двигаясь дистально до седалищной бугристости. Оценка должна проводиться дважды: сначала отделов задней колонны, затем передней колонны.

Для удобства оценки тазовую кость мы разделили на 3 зоны:

- надацетабулярную-от уровня крестцово-подвздошного сочленения до уровня суставной щели;
- ацетабулярную-между уровнями суставной щели выше и ниже головки бедра;
- подацетабулярную-от уровня суставной щели ниже головки бедра до седалищной бугристости.

В надацетабулярной зоне изучается структура крестцово-подвздошного сочленения, крестца, крыльев и тела подвздошной кости. В ацетабулярной зоне определяется целостность стенок вертлужной впадины, головки бедра. При сканировании от уровня начала суставной щели вниз на расстояние 1 см выявляются повреждения нагрузочной зоны вертлужной впадины. На уровне ямки головки бедра определяется величина повреждения задней стенки. Ниже головки бедра определяется целостность ветвей лобковой и седалищной кости, лобкового сочленения и запирающего отверстия.

Рассмотрим клинический пример изучения КТ при двухколонном переломе вертлужной впадины у пациентки Д. (рисунок 7). На сканах 1-5 визуализируется *надацетабулярная зона*. Выявляется импрессионный перелом боковой массы крестца (скан 1), начало перелома крыла подвздошной кости (скан 2) с интерпозицией осколка между передней и задней колоннами (скан 3), характерный симптом «шпоры» (скан 4). Данный рентгенологический симптом заключается в том, что в норме костной опорой для крыши вертлужной впадины является подвздошная кость на уровне седалищной вырезки. При двухколонных переломах связь между ними нарушается, и в виде «шпоры» кнаружи выстоит треугольный фрагмент подвздошной кости, связанный с крестцом. Ацетабулярный фрагмент при этом смещается кнутри. Данный симптом выявлялся на косой запирающей проекции и аксиальных КТ сканах.

При сканировании дистально (сканы 2-9) обнаруживается полное прерывание структуры передней и задней колонны, что говорит о двухколонном характере повреждения. В случае, если структура какой либо колонны непрерывна на всем протяжении сканирования-она цела. В ацетабулярной зоне определяется перелом передней стенки вертлужной впадины (сканы 8, 9), задняя стенка не повреждена. В подацетабулярной зоне выявляется перелом ветви лобковой кости (скан 10), седалищной кости (скан 11), что указывает на нарушение целостности структур, образующих запирающее отверстие.

Для оценки корректности положения фиксирующих пластин и винтов рентгенографический метод не являлся абсолютно достоверным, в связи с возможной погрешностью укладки пациента при выполнении обследования. В случаях, когда ни в одной из трех проекций винт не пересекал суставную щель, положение его считалось корректным. Однако, окончательная оценка правильности положения металлоконструкций производилась на основании изучения КТ. В нашем исследовании в 8-ми случаях после контрольного КТ исследования были выставлены показания к проведению повтор-

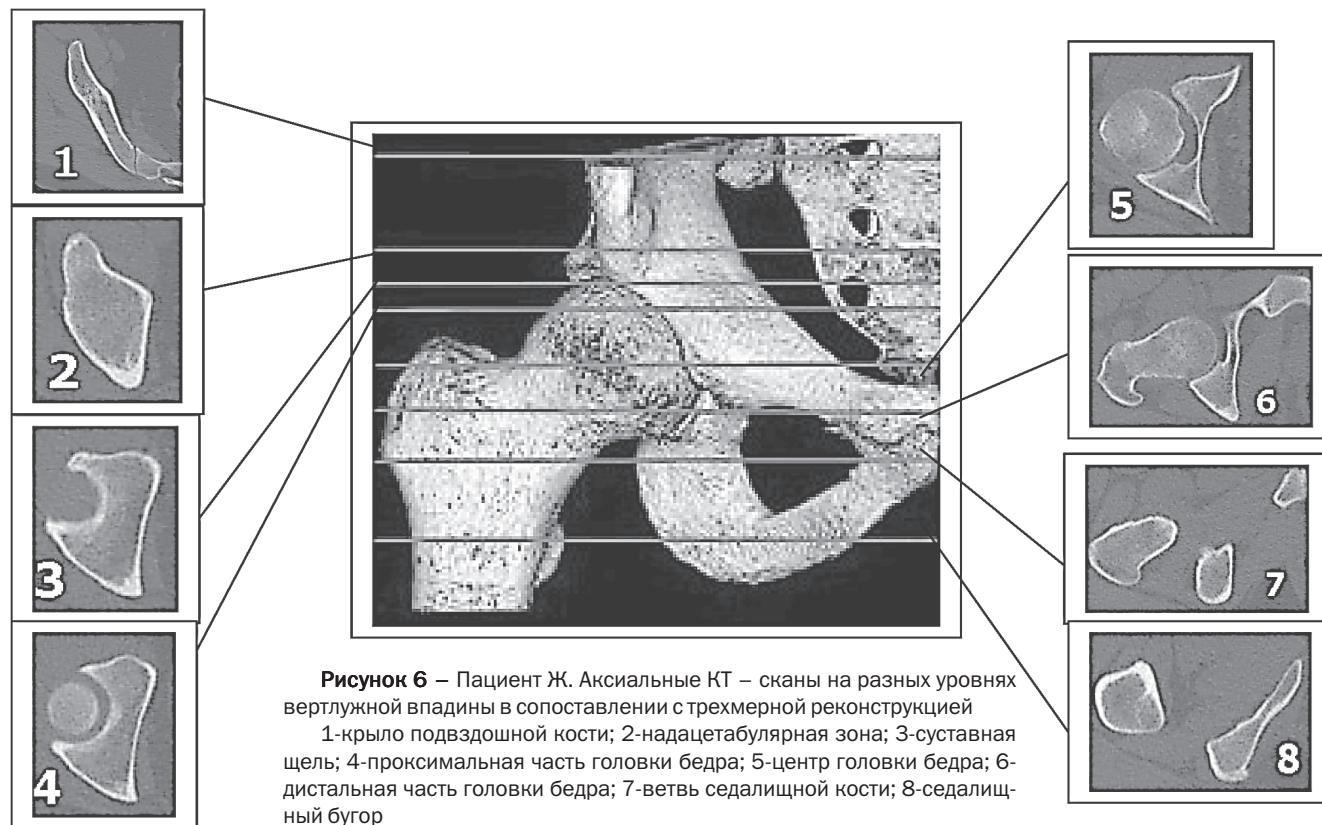


Рисунок 6 – Пациент Ж. Аксиальные КТ – сканы на разных уровнях вертлужной впадины в сопоставлении с трехмерной реконструкцией

1-крыло подвздошной кости; 2-надацетабулярная зона; 3-суставная щель; 4-проксимальная часть головки бедра; 5-центр головки бедра; 6-дистальная часть головки бедра; 7-ветвь седалищной кости; 8-седалищный бугор

ной операции по удалению фиксирующих винтов из полости сустава (рисунок 8).

С целью определения адекватности выполненной репозиции переломов вертлужной впадины, нами были выделены *основные критерии удовлетворительного положения отломков* после проведенной операции остеосинтеза:

1. Величина остаточного смещения отломков на любой из трех проекциях при простых типах переломов не более 1 мм, а при сложных типах - не более 2-3 мм.

2. Остаточное смещение отломков в пределах нагрузочной зоны не превышает 1 мм.

3. Расстояние между нижним краем головки бедра и фигурой слезы с обеих сторон одинаково, что свидетельствует об отсутствии подвывиха головки.

4. Суставные поверхности головки бедра и участка крыши вертлужной впадины в пределах арочного угла 45° во всех трех проекциях должны быть строго параллельными.

Данные критерии позволяют более объективно оценить степень достигнутой репозиции костных отломков в ходе интраоперационного контроля, при необходимости выполнить повторную репозицию перелома, а также правильно спланировать реабилитационные мероприятия и режим нагрузки после выполненного вмешательства.

Степень достигнутой репозиции костных отломков оценивалась согласно критериям Matta [8]. Репозиция считалась анатомичной в случаях, когда величина всех остаточных смещений на рентгенограммах в трех стандартных проекциях и на КТ не превышала 0-1 мм (рисунок 8). В случаях, когда оценка смещений производилась только на основании данных рентгенографии, величина смещения высчитывалось с помощью прозрачных шаблонов с увеличением 1:1,15, либо в качестве сравнительной величины использовалась толщина кортикального слоя тазовой кости на уровне подвздошно-гребенчатой линии (2 мм).

Удовлетворительной считалась репозиция, когда величина всех остаточных смещений на рентгенограммах и на КТ не превышала 2-3 мм (рисунок 9). При величине смещений отломков после репозиции более 3 мм репозиция считалась неудовлетворительной. В таких случаях на рентгенограммах отмечалось нарушение concentricности суставных поверхностей вертлужной впадины и головки бедра, подвывих головки бедра (ри-

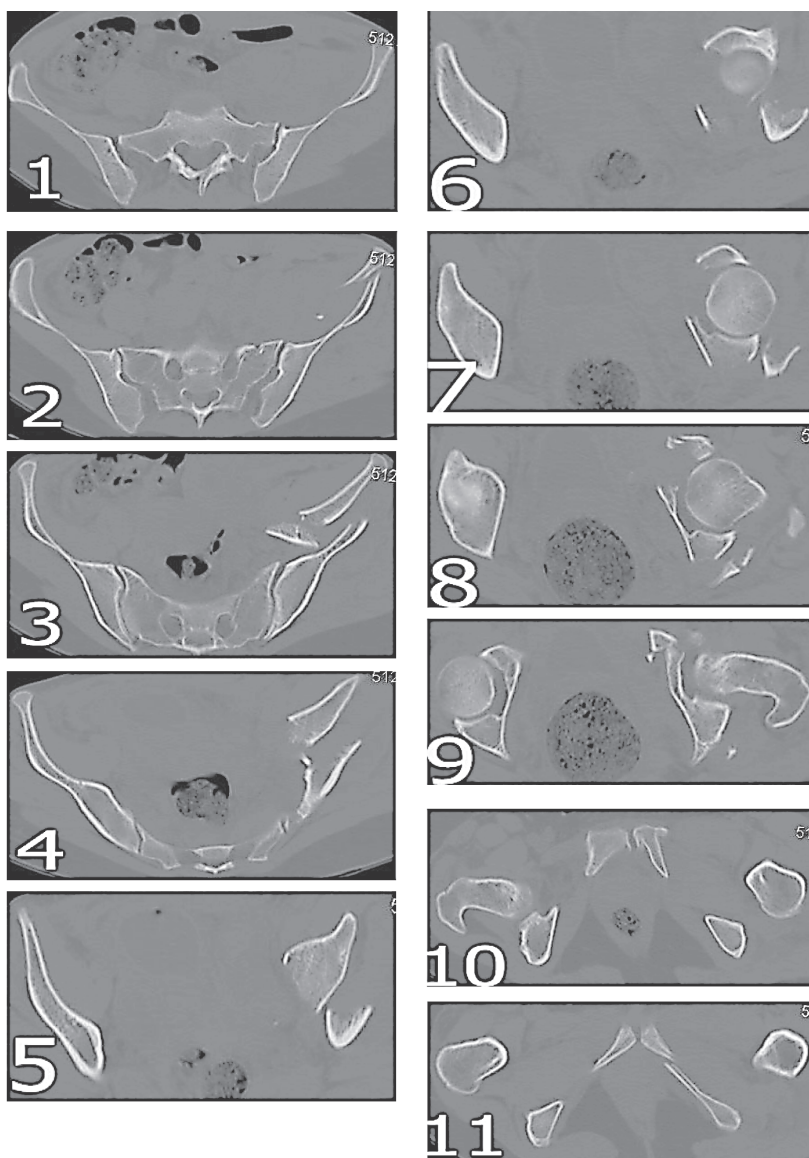


Рисунок 7 – КТ таза у пациентки Д. Перелом обеих колонн вертлужной впадины

сунк 3.34).

Послеоперационная репозиция была оценена в соответствии с критериями Matta как анатомичная в 80 (66,1%) случаях, удовлетворительная в 32 (26,5%) случаях, неудовлетворительная в 9 (7,4%).

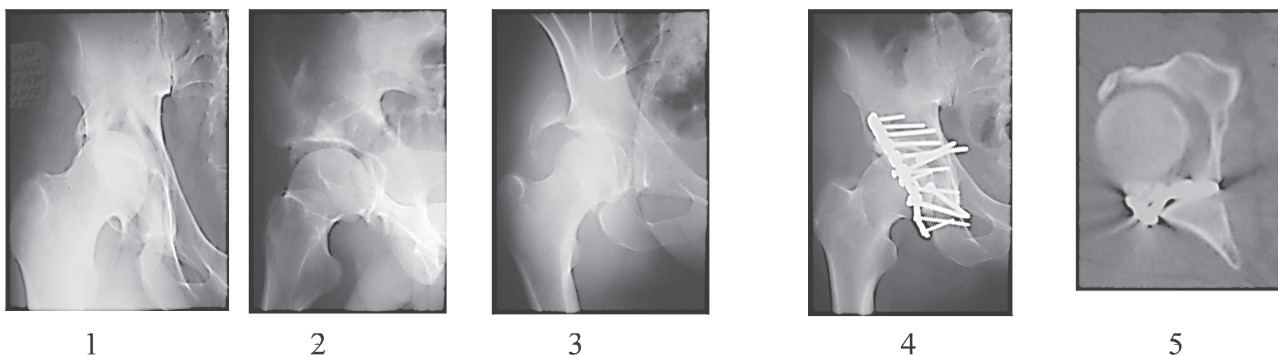


Рисунок 8-Рентгенограммы и КТ пациента П., остеосинтез перелома F типа пластиной и винтами

1 – р-гр при поступлении больного, перелом задней стенки и колонны, вывих головки бедра; 2, 3-после устранения вывиха бедра; 4 р-гр после остеосинтеза, 5-аксиальный скан, определяются 2 винта в полости сустава

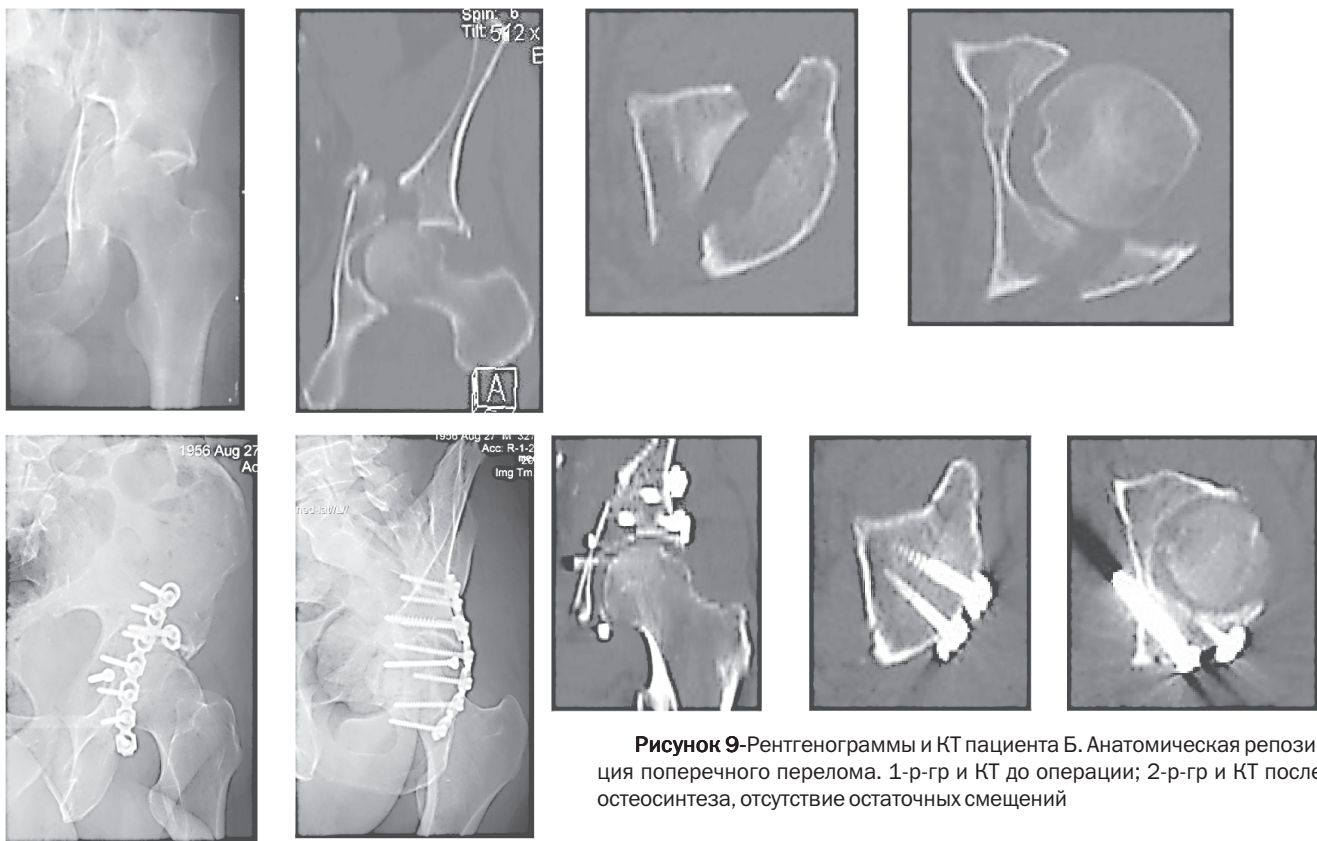


Рисунок 9-Рентгенограммы и КТ пациента Б. Анатомическая репозиция поперечного перелома. 1-р-гр и КТ до операции; 2-р-гр и КТ после остеосинтеза, отсутствие остаточных смещений

Выявлена четкая зависимость между улучшением качества вправления переломов и сокращением сроков проведения вмешательств. Среди выполненных операций остеосинтеза переломов вертлужной впадины в сроки до 21 дня (87 случаев) количество анатомических репозиций составило 63 (72,4%), а при более позднем проведении вмешательств (34 случая) количество анатомических репозиций составило 17 (50%) случаев ($\chi^2=5,5$, $p=0,02$, по двухстороннему критерию Фишера $\phi=0,05$, $p=0,03$).

Выводы

1. Рентгенография в трех стандартных проекциях является универсальным и обязательным методом первичной диагностики переломов вертлужной впадины. Она позволяет в большинстве случаев определить тип перелома, направление смещения костных отломков, конгруэнтность и concentricность головки бедра во впадине, что определяет дальнейшую тактику лечения.

2. Компьютерная томография с трехмерной реконструкцией является наиболее достоверным и окончательным методом в диагностике первичных и остаточных смещений переломов вертлужной впадины. Она позволяет определить величину смещений отломков в пределах нагрузочной зоны, размеры поврежденной части задней стенки, наличие внутрисуставных костных фрагментов; контролировать корректность проведенной фиксации переломов. Рентгенологические критерии удовлетворительного положения отломков после репозиции позволяют оценить качество проведенного вправления во время операции, а в послеоперационном периоде спланировать темпы реабилитационных мероприятий и нагрузочный режим.

3. Предложенный стандарт КТ обследования пациентов и схема соотношения трехмерной КТ реконструкции с аксиальными сканами на разных уровнях тазового сегмента позволяют получить оптимальную визуализацию всех отделов и уровней поврежденного сустава, как в ходе передоперационной диагностики, так и при определении качества проведенного вмешательства.

4. Разработанный способ КТ диагностики переломов вертлужной впадины позволяет путем последовательного анализа данных КТ реконструкций установить правильный и полный диагноз повреждения и обосновать в дальнейшем показание к операции, выбор доступа и методы фиксации при выполнении остеосинтеза.

Литература

1. *Acetabular fractures revisited: part 2, a new CT-based classification* / J. H. Harris [et al.] // *AJR. Am. J. Roentgenol.* 2004. Vol. 182, № 6. P. 1367 – 1375.
2. *An interactive surgical planning tool for acetabular fractures: initial results* / J. Fornaro [et al.] // *J. Orthop. Surg. Res.* 2010. Vol. 5. P. 50.
3. *Computed tomographic assessment of fractures of the posterior wall of the acetabulum after operative treatment* / B. R. Moed [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2003. Vol. 85, № 3. P. 512 – 522.
4. *Cornell, C. N. Management of acetabular fractures in the elderly patient* / C. N. Cornell // *HSS J.* 2005. Vol. 1, № 1. P. 25 – 30.
5. *Fractures of the pelvis and acetabulum* / G. F. Zinghi [et al.]. New York, 2004. 278 p.
6. *Judet, R. Fractures of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction. Preliminary report* / R. Judet, J. Judet, E. Letournel // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1964. Vol. 46. P. 1615 – 1646.
7. *Keith, J. E. Stability of posterior fracture-dislocations of the hip: quantitative assessment using computed tomography* / J. F. Keith, H. R. Brashear, W. B. Guilford // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1988. Vol. 70, № 5. P. 711 – 714.
8. *Matta, J. M. Fractures of the acetabulum: accuracy of reduction and clinical results in patients managed operatively within three weeks after the injury* / J. M. Matta // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1996. Vol. 78, № 11. P. 1632 – 1645.
9. *McKee, M. D. Entrapment of the bladder in an acetabular fracture. A case report* / M. D. McKee, J. P. Waddell // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1997. Vol. 79, № 1. P. 113 – 117.
10. *Moed, B. R. Computed tomography as a predictor of hip stability status in posterior wall fractures of the acetabulum* / B. R. Moed, D. A. Ajibade, H. Israel // *J. Orthop Trauma.* 2009. Vol. 23, № 1. P. 7 – 15.
11. *Pascarella, R. Osteochondral impaction of the posterior acetabular surface without cortical fracture of any wall or column: an undescribed pattern of acetabular injury* / R. Pascarella, V. Digennaro, G. Grandi // *J. Orthop. Traumatol.* 2011. Vol. 12, № 2. P. 101 – 105.

12. Reagan, J. M. Can computed tomography predict hip stability in posterior wall acetabular fractures? / J. M. Reagan, B. R. Moed // Clin. Orthop. Relat. Res. 2011. Vol. 469, № 7. P. 2035 – 2041.

13. Rieger, M. Musculoskeletal multislice computed tomography / M. Rieger // Multislice CT: principles and protocols / F. Knollman, F. Coakley. Philadelphia, 2006. P. 221 – 239.

14. Stereoscopic 3D CT vs standard 3D CT in the classification of acetabular fractures: an experimental study / R. Kickuth [et al.] // British Journal

of Radiology. 2002. Vol. 75. P. 422-427.

15. The postoperative control CT after a fracture of the acetabulum. A useful quality control measure or an unnecessary exposure to radiation? / R. Eberl [et al.] // Unfallchirurg. 2003. Vol. 106, № 9. P. 741 – 745.

16. Value of 3D fluoroscopic imaging of acetabular fractures comparison to 2D fluoroscopy and CT imaging / D. Kendoff [et al.] // Arch. Orthop. Trauma Surg. 2008. Vol. 128, № 6. P. 599 – 605.

Поступила 12.08.2011 г.